عملية معالجة المياه:-

تمر المياه الخام Raw. Waterبعدة عمليات لمعالجتها لتكون صالحة للشرب وهى :-

١. مرحلة الإضافات "بئر التوزيع" Distribution Shaft
٢. مرحلة الترويب والتنديف Coagulation &Flocculation
٣. مرحلة الترسيب أو الترويق Sedimentation
٤. مرحلة الترشيح Filtration
٥. مرحلة التخزين Resvoir
٦. مرحلة الضخ للمستهلك

نحصل على إمدادات الماء من الأنهار حيث يعتبر هذا هو المصدر الذي جاءت منه (المأخذ) وتتم عملية التصفية عند المأخذ لإزالة الأوراق والأغصان والأسماك وغير ذلك ثم بعد ذلك تدخل المياه لتمر على مراحل المعالجة كما يلي:-

١- مرحلة الإضافات(بئر التوزيع) Distribution Shaft

تتم الإضافات فيما يسمى ببئر التوزيع وقد يكون شكل بئر التوزيع على شكل مستطيل ويوجد فية قلاب للمزج السريع٠
الإضافات التي يتم إضافتها هي (الكلور والشبة).
يتم الخلط السريع (Flash Mixing) والغرض منه هو التوزيع المتماثل(Homogeneous) للمواد الكيميائية المروبة خلال المياه وتحدث هذه العملية في وقت قصير جدا "عدة ثوان" وتكون النتيجة الأولية لهذه العملية هي تكوين جزيئات صغيرة جدا فهذه هي الفترة الأكثر حرجا في عملية الترويب.

الغرض من الإضافات التي يتم إضافتها في بئر التوزيع هي:-

أولا:- الكلور:-

يتم إضافة الكلور قبل الشبة وذلك للأسباب التالية:-
- تقليل الأس الهيدروجيني PH للماء بحيث تكون في المدى من ٤,٥ – ٧,٥ حيث أن هذا هو المدى المناسب للمادة المروبه (الشبه)
- أكسدة Oxidation بعض المواد العضوية Organic matters والمواد المسببة لظهور اللون في الماء

ثانيا:- المادة المروبه وهى الشبه (كبريتات الألومونيوم المائية)

يجب خلط المادة المروبه (الشبه) مع المياه بأسرع وقت (عده ثوان) حيث أن زمن التفاعل قصير ويحدث ذلك بالتقليب السريع(Flash mixing)وذلك حتى تتم عمليه الترويب والتنديف (Coagulation & Flocculation)

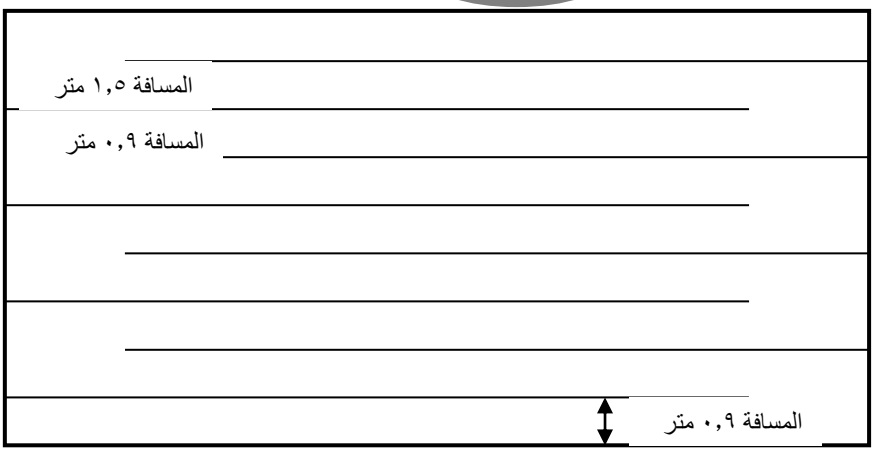
٢- مرحله الترويب والتنديف Coagulation &Flocculation

بعد ان تم اضافه الاضافات فى بئر الترويب حيث انها تعتبر بدايه استجابه الجسيمات بطيئه الترسيب فى المياه الخام لعمل ندف دقيقه عند اضافه المادة المروبة للمياه فى بئر التوزيع مع الخلط السريع لضمان توزيع المادة المروبة مع المياه الخام مشكله سحابه هلاميه للماده المروبه ثم يلى هذا التقليب تقليب لطيف (Gentle Mixing) أو بطيء باستخدام الخلاطات الهيدروليكيه او الميكانيكيه مشكله ندف اكبر للترسيب.

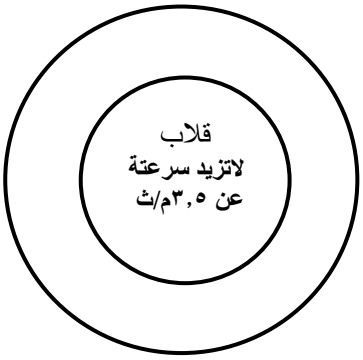
أنواع المروقات (أنواع حوض التنديف):-

تختلف انواع المروقات حسب ميكانيكيه التقليب فالتقليب اما ان يكون ميكانيكيا باستخدام قلاب ميكانيكى او ان يكون هيدروليكى باستخدام الحارات كالاتى :-

١- هيدروليكي



٢- ميكانيكى



نلاحظ ان المزج (التقليب) الهيدروليكي أن الحارات تهدف إلى سريان المياه ببطيء وذلك يجعل الجزئيات تتجمع مع بعضها االبعض وتتجمع الندف الصغيرة مع بعضها لتكوين ندف كبيرة وثقيلة قادرة على الترسيب ثم يأتي بعد الترسيب الترشيح ليرشح ويستخرج الجسيمات العالقة الباقية ٠

الخلاصة

عملية الترويب:-

هي إضافة مواد كيماوية معينة للمياه الخام المحتوية على مواد بطيئة الترسيب ومواد لا تترسب طبيعيا مما يؤدى إلى عمل ندف دقيقة وصغيرة٠

عملية التنديف :-

عملية مزج بطيء لجزيئات المادة المروبة تعمل على تجميع الحبيبات الصغيرة لتكوين حبيبات اكبر قابلة للترسيب٠

المادة المستخدمة في عملية الترويب والتنديف:-

تعتبر المادة المستخدمة في عملية الترويب والتنديف هي الشبة

$Al_2SO_4.XH_2O$

كبريتات الألومونيوم المائية حيث تتراوح قيمة X بين ١٤-١٨جزىء ماء

أسباب إضافة الشبة

⟸ ١- حجم الحبيبات وتنقسم إلى :-

أ- حبيبات صلبة معلقة وحجمها حوالي ٠,١مم٠

ب- حبيبات صلبة غروية مثل البكتريا والفيروسات٠

ج- حبيبات ذائبة وحجمها يكاد يكون في حجم الجزيء مثل أي Organic Matter or Inorganic Matter.

⟸ ٢- الجهد Potential

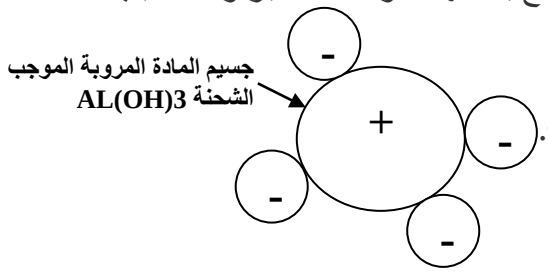
أولا:- جهد زيتا Zeta-Potential

تحمل عادة الجسيمات الموجودة في المياه شحنات كهربية سالبة وكذلك فانه توجد هناك قوة تنافر بين أي جسمين متماثلين في الشحنة وفى معالجة المياه تسمى قوة التنافر الكهربية بجهد زيتا "Z.P" وهى قادرة على إبقاء الجسيمات الغروية الصغيرة جدا متباعدة بعضها عن بعض ومعلقة في الماء٠

ثانيا:- قوة فان درفال

توجد قوة أخرى هي قوة فان درفال بين جميع الجسيمات في الطبيعة وهى تعمل على جذب أي جسمين معا وهذه القوة (قوة الجذب) تعمل في اتجاه مضاد لزيتا٠

وهنا يظهر دور الشبة حيث أن هيدروكسيد الألومونيوم المتكون يحمل شحنة كهربية موجبة وبالتالي يحدث تجاذب بين المواد العالقة والغرويات الدقيقة والبكتريا والمواد العالقة التي تحمل شحنة سالبة فيحدث تعادل كهربي وتلتصق ببعضها مكونة حبيبات اكبر تسمى الندف (flocks) والتي تزداد حجما وثقلا أثناء تجولها في الماء نتيجة تماسك الندف الدقيقة مع بعضها مكونة ندفا اكبر وأثقل قابلية للترسيب بسرعة اكبر٠



إذ أن دور الشبة هو

١. معادلة الشحنة السالبة مما يؤدى إلى تجاذب الحبيبات.
٢. تكوين الراسب الابيض الجيلاتينى $Al(OH)_3$. وتكوين الندف

وصف عملية الترويب والتنديف كيميائيا

تحدث عملية الترويب بين قلوية المياه الناتجة من وجود مكونات مثل الكربونات والبيكربونات والهيدروكسيدات واليورات والسيليكات والفوسفات بالمياه وبين المادة المروبة.

يعتبر مدى الرقم الهيدروجينى ٤,٥-٧,٥ مدى مناسب لعملية الترويب حيث يتفاعل جزء من القلوية فى الماء مع المادة المروبة (الشبة) والقلوية المتبقية بعد التفاعل والموجودة فى المياه تعمل كمنظم "Buffer " تمنع الرقم الهيدروجينى للمياه من التغيير وبالتالى تساعد على الترسيب الكامل للمادة المروبة ويمكن تمثيل ذلك كيميائيا كالاتى:-

$$Al_2(SO_4)_3.XH_2O+3Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow 2Al(OH)_3\downarrow+3CaSO_4+6CO_2\uparrow$$

(راسب ابيض جيلاتينى)

(الندف)

لماذا الالومنيوم Al +3 ولماذا لا نستخدم Na+ او Ca+2 او Fe +3

أولا : -

يجب ان تكون الماده المروبه المستعمله في معالجه المياه ذات شحنه موجبه تعادل الشحنات السالبه

ثانيا :_

وجدوا ان الايونات ذات الشحنات الموجبه المشتمله علي ايونات ثلاثيه التكافؤ مثل Al +3 و Fe+3 اشد فعاليه من الصوديوم Na+ بمقدار 1000 : 700 مره كمروبات و اشد فاعليه كمروبات من $Ca+_2$ بمقدار 50:60 مره

ثالثا :-

لا نستخدم الحديد حتي لا يسبب تاكل corrosion في المواسيرو المحابس وحيث انه وسط طبيعي ملائم لنمو بكتريا الحديد وحتي لا يسبب ظهور ال red water

ما النتائج الكيميائيه المترتبه علي تفاعل الشبه مع قلويه الماء ؟

أولا :- كل ١جم شبه يقلل القلويه ٠,٤٥ :-

$$Al_2(SO_4)_3.x\ H_2O + 3CaCO_3 \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6CO_2$$

⇩ ⇩

Mol. Wt Atomic Wt.

666 ⟶ 300

1gm ⟶ X

X = 300/666 = 0.45

١- تقل ال PH :-

(كل ١ جرام من الشبة يقلل الاس الهيدروجينى ٠,٠٢)

٢- يزيد نسبه تصاعد CO2 فى المروق وهذا يؤدى إلى تقليل الPH في المياه المروقة عنها في المياه المعالجة

٣- يقلل العكاره

قياس القلوية ب مجم/ لتر,PPM

ماهي مواصفات الشبه :-

١- traces element العناصر الإضافية فيها تكون بنسب قليلة جدا

٢- نسبة Al_2O_3 لا تقل عن ١٥,٣% وهذا يعتمد على عدد جزئيات الماء فكلما زادت عدد جزئيات الماء كلما قلت نسبة Al_2O_3

$$Al_2(SO)_4.18H_2O \longrightarrow Al_2O_3$$

MOL.WT :- 666 ⟶ 102

١٠٠ ⟶ X

إذا نسبة أكسيد الألومونيوم (Al2O3)% =666 / (100 X 102) = 15.3%

ويتم معرفة ذلك عن طريق اخذ جرام شبة ونحرقه فى بوتقة حرق Crucible لمدة نصف ساعة فيتبخر sulphate ويتبخر الماء ويبقى Al2O3 ونوزنه يجب ألا تقل عن ١٥,٣%٠

في حالة الشبة السائلة :-

يعامل تركيزها على انه ٥٠% وتكون نسبة Al2O3 كالأتي :-

$$Al_2SO_4.51H_2O \longrightarrow Al_2O_3$$

$$1261 \longrightarrow 102$$

MOL.WT:- $100 \longrightarrow X$

إذا نسبة أكسيد الألومونيوم(Al2O3)%=(100*102)/1261 =%8.09

العوامل التي تؤثر على عملية الترويب والتنديف :-

١- ظروف الخلط:-

يساعد الخلط السريع على تكوين نواة الندفة في عملية الترويب حيث يجعل الوسط متجانس يليه الخلط اللطيف يساعد على التنديف الجيد وتكوين ندف اكبر٠

٢- تركيز الأس الهيدروجيني pH :-

تتم عملية الترويب بأعلى كفاءة بالنسبة للشبة عندما يكون الرقم الهيدروجيني من ٤,٥الى ٧,٥

٣-قلوية الماء:-

تتم عملية الترويب أسرع مع القلوية العالية٠

٤- جرعة المادة المروبة (Dose):-

يتناسب حجم الندف طرديا مع جرعة الشبة المضافة وذلك في حدود معينة٠

٥- نسبة العكارة:-

يفضل الا تقل عن نسبة معينة فأحيانا يتم اللجوء إلى إضافة مواد مساعدة إذا كانت قليلة لتكوين نواة تتجمع حولها الندفة ويؤدى ذلك إلى الإقلال من المادة المروبة

٦- زمن المكث:- يتراوح زمن المكث من ٢٠الى ٣٠ دقيقة

ملاحظة:-

يتم تحديد جرعة الشبة معمليا بواسطة جهاز تحديد الجرعات (Jar. Test)

يتم تحديد تركيز الشبه عن طريق جهاز قياس الكثافة النوعية (Hydrometer)

بمعرفة الجرعة والتركيز وكمية المياه الداخلة نستطيع أن نحسب كمية الشبة المستخدمة من القانون

$$\text{كمية الشبه} = \frac{\text{كمية المياه X الجرعة X ١٠٠}}{\text{التركيز X سعة الطلمبة}}$$

$$\text{كمية الشبة (بلقاس)} = \frac{\text{عدد العكرات X ٧٢٠ X الجرعة}}{\text{التركيز X ١٠}} \quad \text{جم/م٣}$$

حيث أن أقصي سعة لطلمبة الشبة بمرفق مياه بلقاس ١٠٠٠ لتر / ساعة

كيفيه تحضير محلول من الشبة:-

يتم عادة تخفيف للمادة المروبة (الشبة) إلى محاليل ذات تركيز مناسب قبل إضافتها إلى المياة الخام (غالبا ما يكون التركيز ١٠%)

يتم إضافة ١٠٠كيلوجرام من الشبة الصلبة (شكارتين زنه الواحدة ٥٠كجم) لكل متر مكعب من المياة لتعطى تركيز ١٠%

بفرض أن سعه حوض الشبة ٤٠م٣ فانه يتم إسقاط ٨٠ شكارة شبة صلبة للحصول على تركيز ١٠%

طريقة حساب تركيز الشبة بالمعمل :-

التركيب الكيميائي للشبة $AL_2(SO_4)_3.18H_2O$

- يتم القياس بالطريقة المباشرة بواسطة الهيدروميتر بعد معايرته

طريقة المعايرة :-

- باستخدام هيدروكسيد الصوديوم ١ عياري في وجود دليل PhPh

10ml Alum. + 3 drop PhPh → NaOH Red ……. Colourless

N * V Alum = N * V Sod.hydroxide

Strengh = N * eq . wt (111) For Alum

بفرض أن قوة المحلول تساوي ١٠٠ جم / لتر

100 g → 1000

X → 100

X= 100 * 100 / 1000 = 10 %

حيث أن X هي التركيز

يتم إتباع الخطوات التالية لتجهيز المحلول المطلوب:-

١- يتم إضافة كمية الشبة المطلوبة إلى الحوض حسب حجم الحوض
٢- يتم إضافة المياة إلى الحوض
٣- يغلق محبس إضافة المياة عند ملئة ويترك ٣٠دقيقة
٤- يتم التقليب حتى إذابة كل الشبة
٥- يتم قياس تركيز الشبة عن طريق Hydrometer
٦- يتم السحب من حوض الشبة حتى يصل إلى مستوى عوامة اقل منسوب

٢- مرحلة الترسيب Sedimentation

أولا:- الغرض من عملية الترسيب

الغرض من عملية الترسيب هو العمل على ترسيب اكبر نسبة ممكنة من المواد العالقة أما التي لها ثقل اكبر من دفع المياه تترسب تحت تأثير وزنها.

ثانيا :- أنواع عملية الترسيب

ا- عملية الترسيب الطبيعى أو الترسيب الذاتى:-

هي عملية الترسيب تحت تأثير وزن المواد العالقة بدون إضافة أي مواد
يحدث الترسيب الطبيعي نتيجة هبوط الحبيبة المنفردة وهى عبارة عن الحبيبة التي لا تتغير في الحجم ولا الوزن ولا تتحد مع حبيبة أخرى أثناء عملية الهبوط في الماء
مثال:- إذا تركنا حبيبة من الرمل تهبط في حوض به ماء نجد أنها تهبط تحت تأثير وزنها إلى أسفل

ومقاومة الماء إلى اعلى

ميكانيكية الترسيب الطبيعي

يعتمد على قانون نيوتن:- حيث انه يوضح أن إذا توازنت قوى مؤثرة على حبيبة عالقة في الماء فلا توجد عندئذ عجلة تسارع وإنما سرعة هبوط ثابتة منتظمة تسمى" سرعة هبوط الحبيبة"

ب- عملية الترسيب باستخدام المروبات:-

هي عملية الترسيب عن طريق إضافة مواد مساعدة كيماوية للماء لتساعد على تجميع المواد الرفيعة والتي لا تهبط بمفردها في الحالة الطبيعية.
هذا هو النوع الشائع في عمليات تنقية المياة وخاصة بعد زيادة المتطلبات على المياة.
تتم هذة العملية في أحواض تسمى بأحواض الترسيب.

ميكانيكية عملية الترسيب

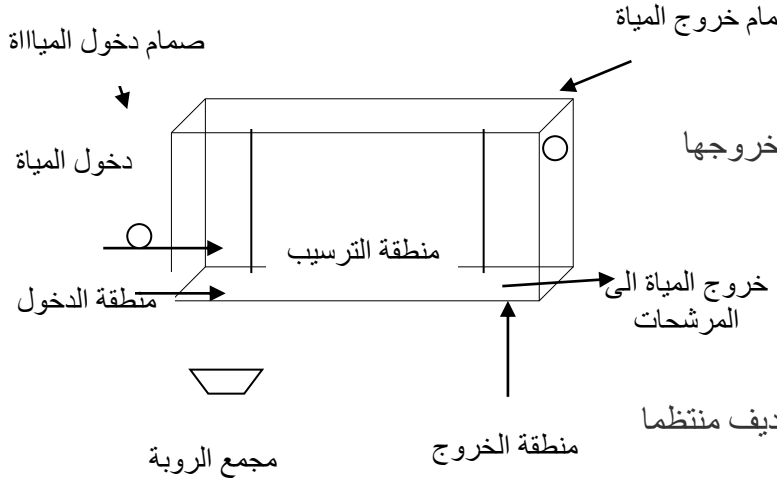
تعتمد نظرية تصميم أحواض الترسيب على أن الحبيبة الداخلة والتي لها سرعة دخول الماء الأفقية ولها سرعة رأسية هي سرعة الهبوط يجب أن تهبط إلى القاع قبل أن تبدأ المياه في الخروج من الحوض وعلى هذا الأساس يتم تحديد أبعاد الحوض

أنواع أحواض الترسيب (حسب أشكالها) :-

١- أحواض مستديرة:-
يكون سريان الماء في اتجاه القطر ويسمى ذلك بالتصريف القطري.

٢- الأحواض المستطيلة:-
يكون سريان الماء في اتجاه واحد موازى لطول الحوض ويسمى ذلك بالتصريف في خطوط مستقيمة.
وفى كلا النوعين يلزم الحفاظ على سرعة وتوزيع تصرف المياه بانتظام قدر الامكان لمنع تكون الدوامات والتيارات والتي تعوق ترسيب المواد العالقة مع تفادى حدوث قصر الدورة بين المدخل والمخرج حتى لاتقل كفاءة الترسيب.
عادة تكون أحواض الترسيب الموجودة مستطيلة الشكل وتصميمها تبعاً للكود المصري كالاتى :-

الطول ٣- ٥ متر (من ٣ إلى ٥ أمثال العرض)
العرض ٢- ٤ متر (من ٢ إلى ٤ أمثال العمق)
العمق ٢- ٤ متر



وبناءاً على سرعة دخول الماء وسرعة خروجها يتم تصميم الحوض.

مناطق حوض الترسيب:-

١- منطقة دخول المياة :-
يتم دخول المياة إليها من حوض التنديف منتظما ويتم انتشارها بأرجاء الحوض.

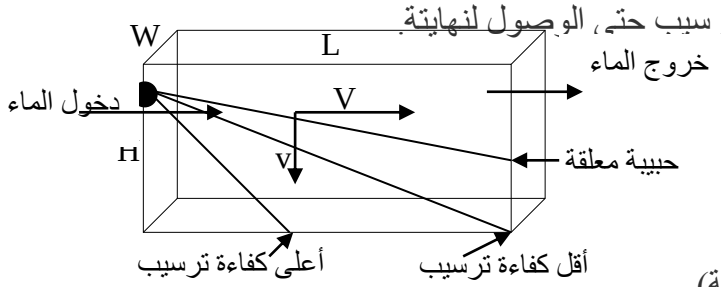
٢- منطقة الترسيب:-
اكبر مناطق حوض الترسيب ويتم بها ترسيب العوالق.
يراعى بها زمن المكث بحيث يكون كافياً لعملية الترسيب.
يجب عمل الاحتياطيات اللازمة لتفادى حدوث تيارات.

٣- منطقة تجميع الروبة:-
تقع في قاع الحوض وتعتبر مكان للتجميع المؤقت للأجسام المترسبة.

٤- منطقة خروج المياة:-
يجب أن يوفر انتقالا سلساً من حوض الترسيب الى مجرى خروج الماء الرائق كما يساعد في التحكم في منسوب الماء بالحوض كما يستخدم حواجز بها فتحات (هدارات) على شكل V وذلك لتوفير الخروج الهادىء للماء الرائق بحيث لاتحمل معها ندفاً إلى المرشحات.

العلاقة بين السرعة الأفقية والسرعة الرأسية فى حوض الترسيب :-

١- السرعة الأفقية (V)
سرعة سريان الحبيبة من بداية حوض الترسيب حتى الوصول لنهايته.



السرعة الأفقية = معدل التدفق (كمية المياة الداخلة / مساحة المقطع

$$\text{السرعة الأفقية} = \frac{Q}{L \times H}$$

السرعة الأفقية = ٠,٣٦م/دقيقة (المواصفة)

٢- السرعة الرأسية (v)
سرعة هبوط الحبيبة من السطح حتى الوصول إلى القاع وتختلف حسب حجم الجزيئات وكثافتها من الشكل نستنتج:-

$$\frac{V}{v} = \frac{L}{H} \qquad \text{but} \quad V = \frac{\mathbf{Q}}{\mathbf{W \times H}}$$

$$Lv = HV$$

$$v = \frac{\mathbf{Q \times H}}{\mathbf{L \times W \times H}} = \frac{\mathbf{Q}}{\mathbf{L \times W}}$$

سرعة الهبوط الرأسية للحبيبات = معدل التدفق (التصرف) / المساحة السطحية لحوض الترسيب

ويتضح من ذلك أن المواد العالقة التي لها سرعة هبوط رأسية مساوية أو اكبر من السرعة الافقية(V) يتم ترسيبها في الحوض وتسمى سرعة الهبوط الرأسية بمعدل التحميل السطحي لحوض الترسيب.

ومن ذلك نرى أن المساحة السطحية لحوض الترسيب لها تأثير مباشر على كفاءة الترسيب فكلما زادت المساحة السطحية قلت السرعة الراسية وزادت كفاءة الحوض.

العوامل المؤثرة في عملية الترسيب:-

١- حجم الحبيبات وطريقة توزيعها فكلما زاد حجمها ووزنها ازدادت كفاءة الترسيب.
٢- شكل الحبيبات فكلما اقترب شكلها من الشكل الكروي كلما كان ترسيبها أسرع وأكفأ.
٣- كثافة الحبيبات فكلما زادت كثافتها تزيد كتلتها بالنسبة للحجم وزادت سرعة رسوبها وبالتالي كفاءة الترسيب.
٤- درجة الحرارة فكلما زادت درجة الحرارة قلت كثافة ولزوجة الماء فتزيد سرعة ترسيب الحبيبات.
٥- سرعة سريان الماء في الحوض فكلما قلت السرعة الأفقية للماء وزادت كفاءة الترسيب.(يفضل ألا تتجاوز ٣٠سم/دقيقة)
٦- زمن المكث (مدة بقاء الماء في الحوض) فكلما زادت المدة كلما زادت جودة الترسيب وتتراوح بين (٣ – ٤ ساعات)

استخراج الروبة :-

تتكون الروبة من مخلفات المادة المروبة (الشبة) مع رواسب صلبة.

تشغل الروبة ٣ – ١٠ % من حيز الحوض لذلك يراعى ذلك فى تصميم نظام استخراج الروبة.

يجب استخراج الروبة للأسباب الآتية :-

١- منع تداخلها مع المياة المروقة حتى لاتزيد عكارتها.
٢- منع تكاثر البكتيريا التي تسبب تغير فى اللون والطعم والرائحة.
٣- تفادى شغل حيز كبير من الحوض حتى لا يقلل كفاءة الحوض (يؤثر على زمن المكث ومعدل التحميل السطحي)

الطرق المستخدمة فى استخراج الروبة :-

يتم استخراج الروبة من الاحواض إما يدويا أو ميكانيكيا عن طريق :-

١- الكساحات الميكانيكية للأحواض المستديرة.
٢- الكراكات الافقية والكبارى الكاسحة للأحواض المستطيلة.
٣- حجرة تركيز الرواسب.

تحديد جرعة الشبة

التجربة:-تجربة الجارتست

التحضيرات:-
١-محلول الشبة ١%
نوزن ١ جرام من كبريتات الالمونيوم المائية (الشبة) ونذوبها في ١٠٠مل ماء مقطر
هذا المحلول يعنى أن:-
١ مل يكافئ جرعة ١٠مجم وهذا يرجع الى:-

١ جرام←١٠٠مل
١٠٠٠مجم←١٠٠مل
١٠مجم←١ مل

٢-محلول كلور
نذوب كمية من هيبوكلوريت الكالسيوم في كمية ماء مقطر ونرشحها وناخذ المحلول الرائق

الاجهزة:-

١-جهاز الجارتست
٢-كأس ١٠٠٠مل
٣-ساعة إيقاف

لا بد قبل عمل الجار تست معرفة زمن مكث المياه في أحواض التنديف وكذا أحواض الترسيب وسرعة الترسيب الرأسية وكذلك السرعة الأفقية في هذه الأحواض حتى يمكن تطبيق نفس السرعات في كؤوس الجار تست

فى حالة تشغيل اربع عكرات:-

المرحلة الأولى:-

بئر التوزيع

أبعاد حوض بئر التوزيع (الترويب):-
الطول= ٣ م العرض=٣ م الارتفاع= ٨ م
حجم الحوض = ٣ × ٣ × ٨ = ٧٢ م٣
تصرف المحطة = ٤ × ٧٢٠ م٣ / س = ٢٨٨٠ م٣ / س
عدد اللفات = ٢٠٠ لفة
زمن المكث = حجم الحوض / التصرف
٧٢ م٣ / ٢٨٨٠ م٣/ س = ٠,٠٢٥ س × ٦٠ = ١,٥ دقيقة × ٦٠ = ٩٠ ثانية

المرحلة الثانية (التنديف) : -
أبعاد حوض التنديف :
الطول = ١٢ م عرضه = ١٠,٥ م
ارتفاع المياه الفعلي = ٣,٥ م

ينقسم الحوض إلي ٩ حارات علي شكل زجزاج
٧حارات المسافة بينهم ٠,٩ متر
حجم الحارة الواحدة = ٠,٩ × ١٠,٥ × ٣,٥ = ٣٣,٧٥ م٣
السرعة الأفقية = التصرف / المساحة العمودية
= ٧٢٠ م٣/ س / (٣,٥ × ٠,٩)
= ٢٢٨,٥ م/ س = ٢٢٨٥٠ سم / س = ٣٨٠ سم / دقيقة
عدد اللفات = السرعة الافقية / محيط الكأس
محيط الكأس = ٢ط نق = ٢ × ٧/٢٢ × ٥,٥ = ٣٤,٥ سم
عدد اللفات = ٣٤,٥/٣٨٠ = ١١ لفة
زمن المكث = الحجم / التصرف
حجم الحوض = حجم الحارة الواحدة × عدد الحارات
حجم الحوض = ٣٣,٧٥ × ٧ = ٢٣٦,٢٥ م٣
زمن المكث = ٢٣٦,٢٥م٣ / ٧٢٠م٣ / س = ٠,٣٢٧ س = ١٩,٥ دقيقة
في المرحلة الاولي للتنديف يتم ضبط ١١ لفة لمدة ٢٠ دقيقة

المرحلة الثالثة (التنديف) :-
عبارة عن حارتين المسافة بينهما ١,٥ م
حجم الحارة = ١,٥× ١٠,٥ × ٣,٥ = ٥٥,١٢ م٣
السرعة الافقية = التصرف / المساحة العمودية
= ٧٢٠م٣/ س / (٣,٥ × ١,٥)م٢ = ١٣٧م / س= ١٣٧٠٠ سم / س = ٢٢٨ سم / دقيقة
عدد اللفات = السرعة الافقية / محيط الكأس
= ٢٢٨ / ٣٤,٥ = ٦,٥ لفات = ١٠ لفات
زمن المكث = الحجم / التصرف
= (٢ × ٥٥,١٢) م٣ / ٧٢٠ = ٠,١٥س × ٦٠ = ٩ دقائق
في المرحلة الثانية للتنديف يتم ضبط ١٠ لفات لمدة ٩ دقائق

المرحلة الرابعة (الترسيب) : -
أبعاده الطول = ٣٤ م العرض = ١٠,٥ م الارتفاع =٤ م
السرعة الرأسية = التصرف / المساحة السطحية
= ٧٢٠ / ٣٤ × ١٠,٥ = ٢ م / س = ٣,٣٦ سم /دقيقة
زمن المكث في كأس الجار تست = (ارتفاع الكأس ×زمن المكث في الحوض) / ارتفاع المياه في الحوض
السرعة الافقية = ٧٢٠ / (١٠,٥ × ٤) = ١٧,١٤ م /س
زمن المكث = الحجم / التصرف
١٤٢٨ / ٧٢٠ = ١,٩٨ساعة = ١١٩ دقيقة
زمن المكث في كأس الجار تست = (١٠ سم × ١١٩دقيقة) / ٤٠٠ سم = **٢,٩ دقيقة**

خطوات التجربة :-

١- نضع فى كل كأس ١ لتر من الماء العكرة
٢- يتم تحديد جرعة الكلور المبدئى من تجربة Break. Point ويتم اضافة الجرعة الى كل كأس
٣- يتم تحديد كمية الماء العكرة (عدد العكرات)
٤- بناء على كمية المياه العكرة يتم تحديد عدد اللفات والسرعات وزمن المكث في كلا من المراحل الثلاثة الاتية

مرحلةبئر التوزيع&مرحلةالتنديف&مرحلة الترسيب

٤- مرحلة الترشيح Filtration

الهدف منها التخلص من البقايا التي لم يتخلص منها في الترسيب.
تختلف أنواع المرشحات كالاتى :-

١- على أساس مادة الترشيح :-

(١) رملي. (٢) فحم. (٣) رمل وفحم.

المستخدم في جميع المرشحات هو المرشح الرملي.

٢- على أساس اتجاه مياه الترشيح :-

تدخل المياه إلى المرشح إما من فوق أو من تحت.

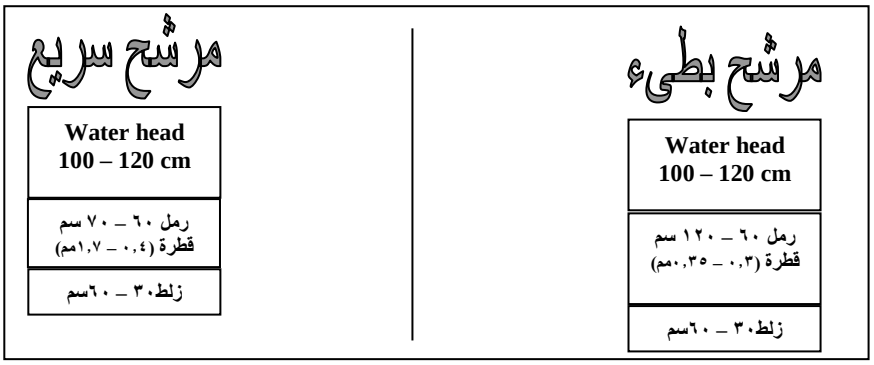
٣- على أساس الجاذبية والضغط :-

فتوجد مرشحات تعمل تحت تأثير الجاذبية ومرشحات تعمل تحت تأثير الضغط.

٤- على أساس سرعة ومعدل الترشيح :-

(١) مرشح بطئ. (٢) مرشح سريع.

هذان النوعان يتفقان في مادة الترشيح وهى مادة الرمل ولكن يكون الاختلاف في قطر وارتفاع طبقة الرمل



كفاءة المرشح البطيء = ٣ – ٥ م٣/م٢/يوم
كفاءة المرشح السريع = ١٢٠ – ١٨٠ م٣/م٢/يوم

لا يحتاج إلى مواد كيميائية قبل الترشيح — يحتاج إلى مواد كيميائية قبل الترشيح
كمية المياة المنتجة قليلة — كمية المياة المنتجة كثيرة

لماذا المادة المستخدمة في المرشحات هي الرمل؟

- لأنه لا يتفاعل مع الماء.
- له درجة صلادة عالية.
- رخيص الثمن.

مواصفات الرمل :-

يجب أن يكون حجم الرمل يتراوح من ٠,٦مم إلى ١,٧مم

كيفية معرفة هل الرمل مطابق للمواصفات أم لا :-

نأخذ ١٠٠جرام من الرمل + كمية من حمض الهيدروكلوريك (١ : ١) فيحدث فوران على الرمل نتيجة لتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون نترك الفوران يهدا ثم نقلب بساق زجاجية ثم نغسل الرمل ونجففه عدة مرات ونوزنه بعد كل مرة ونأخذ متوسط الأوزان فمن المفروض أن يتبقى عندي ٩٥% جرام حيث يكون الفاقد ٥%.
إذا فقد أكثر ٥% يكون غير مطابق المواصفات.

طريقة أخرى :-

بالنسبة لتحديد الحجم ممكن نستخدم هزاز(Shaker) منخل الرمل لمدة ٢٠دقيقة٠

طريقة غسيل المرشحات :-

- ندخل الهواء إلى المرشحات لمدة ٥دقائق.
- ندخل مع الهواء ماء الغسيل لمدة ٢دقائق.
- نغلق الهواء ثم نغسل بالماء حتى نرى أن المرشح نظيف
- نعمل بعد الغسيل عملية تسمى ب Rewash بحيث يبقى الخارج مغلق ونفتح الصرف ونخرج كمية من المياه الداخلة وذلك حتى نحسن من كفاءة الترشيح وذلك عن طريق عمل استقرار لوسط الترشيح بتكوين طبقة من الندف بسيطة جدا

التطهير بالكلور(عملية الكلورة)

صور وخصائص الكلور:

يتواجد الكلور في ثلاثة صور

١ – سائل ٢ – غاز ٣ – صلب

يتواجد الكلور في ثلاثة صور

١ – سائل ٢ – غاز ٣ – صلب

١ – الكلور السائل

- سائل اصفر
- أثقل من الماء مرة ونصف تقريبا
- له معامل تمدد عالي
- يزداد حجمه بسرعة كبيرة بازدياد درجة الحرارة
- يتم ملء اسطوانات الكلور بحيث لا يزداد عن ٨٥ % من حجمها
- يتبخرالكلور السائل بسرعة شديدة إذا ما تعرض للهواء الجوى

عند تبخر الكلور السائل فان :-

وحدة الحجوم الواحدة من الكلور السائل تنتج حوالى ٤٦٠وحدة حجم من الكلور الغازي لذلك عند تسرب في اسطوانة الكلور يتم تعديل وضع الاسطوانة بحيث تكون منطقة التسرب في أعلاها لكي يتسرب الغاز وليس السائل

٢- غاز الكلور

- غاز الكلور لونه أصفر مائل إلى الخضرة
- أثقل من الهواء مرتين ونصف
- له رائحة مميزة شديدة النفاذية

ملحوظة هامة

١- الكلور الغازي لا يذوب في الماء بدرجة كبيرة لذلك لا ينبغي رش الماء على الكلور المتسرب

٢- الكلور في حد ذاته ليس مادة ملتهبة قابلة للاشتعال أو الانفجار إلا أنه يمكن أن يساعد على الاشتعال تحت ظروف معينة

٣- الكلور الجاف ليس مادة مسببة للتآكل إلا أنه يتحول إلى ذلك بشكل مؤثر إذا ما تعرض للرطوبة

الأخطار الناتجة عن تسرب غاز الكلور :

١- مهيج للتنفس

٢- يؤدي إلى تهيج الأغشية المخاطية والجهاز التنفسي البشرة

٣- التعرض لكميات اكبر من الكلور الغاز يسبب تهيج للعين والسعال وصعوبة التنفس

٣- الكلور الصلب

يتواجد الكلور الصلب على شكل حبيبات فى صورة :-

١- هيبوكلوريت الكالسيوم

يحتوي على ٦٥ – ٧٠ % من وزنها كلور متاح

٢- هيبوكلوريت الصوديوم

يساعد الضوء والحرارة على تحلل الهيبوكلوريت

لماذا نستخدم الكلور ؟ " عملية الكلورة "

تعتبر المواد الكيميائية احدي الوسائل للقضاء على الكائنات الحية الدقيقة وأكثر المواد الكيميائية للتطهير استخداما هي مادة الكلور وذلك للأسباب التالية :-

١- لسهولة الحصول عليه

٢- رخص ثمنه
٣- كلور متبقي RES.Cl يمكن قياسه ، وهذا الكلور المتبقي دليل على إتمام عملية التطهير Disinfection

الغرض الرئيسي من استخدام الكلور " عملية الكلورة " هو القضاء على الكائنات الحية الضارة كما تستخدم فى محطات المياه لأغراض التالية :-

١- التطهير
٢- القضاء على مشاكل الطعم والرائحة
٣- أكسدة الشوائب الكيميائية

التطهير

يستخدم الكلور في محطات مياه الشرب كمادة مطهرة إذ أن إضافة الكلور يتسبب في قتل البكتريا الضارة والمسببة للأمراض ولكن يجب إضافة جرعه وافيه من الكلور للماء تكفل توافر الكلور المتبقي حتى نهاية شبكة التوزيع في حدود (٠,٢ مجم/لتر)

القضاء على مشاكل الطعم والرائحة :-

تأتي مشكلة الطعم والرائحه في مياه الشرب نتيجة وجود بعض النباتات المجهريه الدقيقة التي تتواجد في مصادر المياه السطحية فيتفاعل الكلور كمادة مبيده للطحالب ويقضي على تلك النباتات المسببه للطعم والرائحة

ملحوظة

يوجد أنواع قليلة من الطحالب لاتتفاعل مع الكلور بالشكل المرغوب فيه ويترتب على ذلك زيادة حدة الروائح والطعم غير المقبول في الماء

الأكسدة

يقوم الكلور بأكسدة عدد من الشوائب الكيميائية الموجودة في الماء كالحديد والمنجنيز والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين وبالتالي إزالتها من الماء وتتواجد تلك الشوائب عادة في مصادر المياه الجوفية

جرعة الكلور

- هي اقل كمية كلور تضاف إلى وحدة حجم من الماء تكفي للقضاء على الكائنات الحية الضارة وينتج عنها الكلور المتبقي حدود معينه (٠,٢ملجم/لتر)
- وحدة الجرعة:ملجم/لتر ماء أوجم كلور/متر مكعب ماء
- كيفية تحديد جرعة الكلور:يتم ذلك عن طريق تجارب معينه حسب نوعية المياه المراد معالجتها كمية الكلور المراد اضافتها للماء المراد معالجته

= كميةالمياه المراد معالجتها X جرعة الكلور= كجم/ساعة

بفرض استخدام هيبوكلوريت بدلا من الكلور فإنه يجب معرفة كمية الكلور المراد إضافتها وبالتالي تكون

$$\text{كمية الهيبوكلوريت} = \frac{\text{كمية الكلور} \times ١٠٠}{\text{تركيز الهيبوكلوريت}}$$

الكلور المستهلك = كمية الكلور المضاف ــ الكلور المتبقي

الكلور المستهلك :- هو الكميه التي استهلكت بواسطة الكائنات الحية والمواد العضوية وغير العضوية والشوائب

الكلور المتبقي وينقسم إلى نوعين :-

١- كلور حر

٢- كلور متحد يكفي فقط للإتحاد مع الأمونيا الموجودة بالماء وبالرغم من أن تلك البقايا المتحدة تحمل قدرات أكسدة تفوق الكلور الحر إلا أن فاعليتها كمادة مطهرة تقل عن الكلور الحر

التفاعلات الكيميائية للكلور

1-Hydrolysis:

$$CL_2 + H_2O \rightleftharpoons HOCL + HCL$$

HOCL(HYPO CHLOROUS ACID)يبدأ فى عملية التطهير وهوالأ كفئ في عملية التطهير

2-IONIZATION :-

$$HOCL \rightleftharpoons OCL + H_+$$

-OCl أيون الهيبوكلوريت: يقوم بالتطهير ولكن بطريقة أقل كفاءة من التطهير بواسطة حمض الهيبو كلوروز

-وتتواجد هذه الصور من أشكال الكلور المطهر اعتمادا على رقم الأس الهيدروجيني للوسط وله عدة حالات كما يلي :-

1-Ph<5 :Cl_2 present as element

2-pH>5 :OCl+HOCl

3-pH=7:HOCl present &this is the best

4-pH>7 :ionization takes place

5-pH>10 :OCl present

إذا الوسط الأمثل للقيام بعملية التطهير يحدث عندما يكون رقم الأس الهيدروجيني= ٧ ويزيد أيون الهيبوكلوريت كلما كان الوسط الهيدروجيني أعلى

قياس الكلور: يقاس الكلور بطريقة Ortho toulidine

Ortho tolidine :-

- 1gm of ortho toluidin + 100ml of Conc. HCL Thin Complete To 1000 ml with Dist water

العوامل المؤثرة فى عملية التطهير

١- درجة تركيز الأس الهيدروجيني **pH:-** ويكون أفضل وسط عندما يكون pH =٧ وتكون فرصة التطهير أقوى

٢- درجة الحرارة:- كلما زادت درجة الحرارة كلما كانت عملية التطهير أكثر فاعلية

٣- العكارة:-العكارة الزائدة تقلل كثيرا من كفاءة المواد الكيميائية المطهرة أو تقلل من كفاءة عملية التطهير نفسها فالمواد العالقة قد تغير أيضا من طبيعة المواد الكيميائية عندما يتم التطهير فكلما زاد تركيز تلك المواد ازداد الأحتياج للمادة المطهرة

٤- المواد العضوية:- تؤدي إلى استهلاك كميات كبيرة من المادة المطهرة (الكلور)

٥- المواد غير العضوية:- مثل الأمونيا والمواد الناتجة من عملية الأكسدة تكون مركبات إضافية ينتج عنها ضعف قوة التطهير

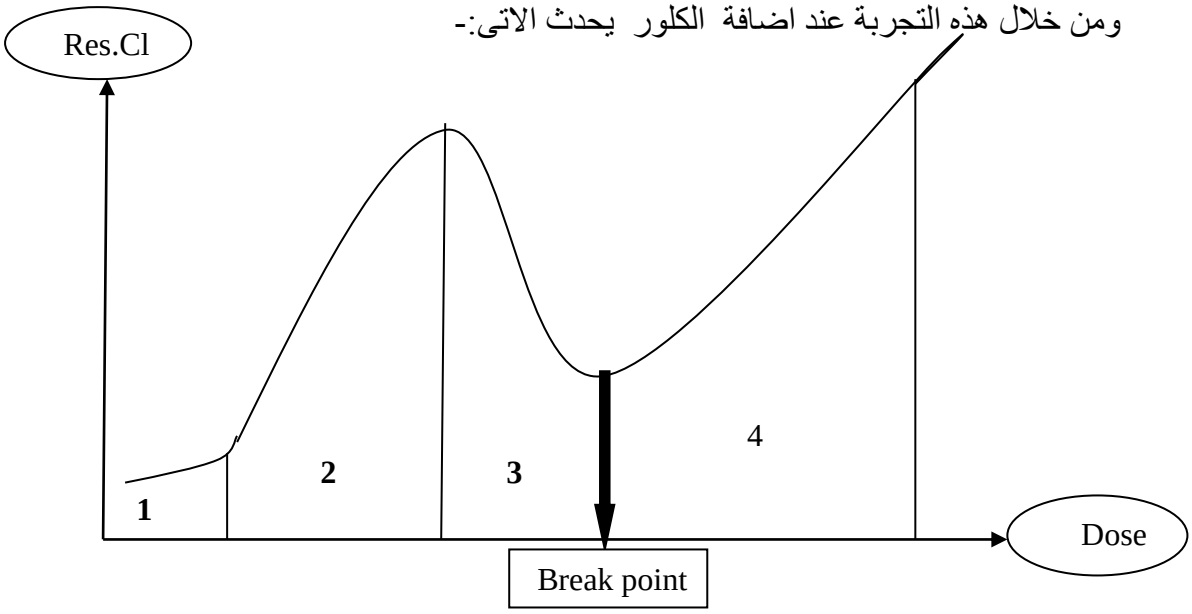
تعيين جرعة الكلورBreak.Point

فكرة التجربة:-

يتم تعيين جرعة الكلور من تفاعل الكلور مع يوديد البوتاسيوم حيث يتكون لون اصفر شاحب من خلال التفاعل التالى:-

$$Cl2+KI \rightarrow KCl+I2$$

ومن خلال هذه التجربة عند اضافة الكلور يحدث الاتى:-



١-يتم اختزال الكلور عن طريق المواد المختزلة
٢-تكوين مركبات Chloroamine
٣-تكسير مركبات Chloroamine
٤-الكلور الحر free chlorine

التحضيرات:-

1-Potassiam dichromate(K2Cr2O7) 0.025N:-

Wt=N.V*Eq.WT/1000

=(0.025*1000*49)/1000=1.23gm

نذوب ١,٢٣جرام من البوتاسيوم داى كرومات فى كمية بسيطة من الماء المقطر ثم نكمل الى لتر بالماء المقطر

2-Sodium thiosulphate (Na2S2O3.5H2O) 0.025N:-

Wt=N.V*Eq.WT/1000

Wt=(0.025*1000*248/1000)=6.2gm

نذوب ٦,٢جرام من الصوديوم ثيوسلفات فى كمية بسيطة من الماء المقطر ثم نكمل الى لتر بالماء المقطر يحفظ باضافة ٥مل من الكلوروفورم او اضافة ٠,٤جرام من الصوديوم هيدروكسيد

3-Chlorine Solution;-

نذوب كمية من هيبوكلوريت الكالسيوم في كمية ماء مقطر ونرشحها وناخذ المحلول الرائق

4-Starch:-

1gm of starch+25 ml D.W→1

75 ml of hot D.W→2

نضيف ١ الى ٢ مع التقليب حتى يتكون محلول رائق من النشا

5- Potassium iodide (KI) 5%:-

نذوب ٥جم فى ١٠٠مل ماء مقطر

STANDERDISATION

1-STANDERDISATION Of Sodium thiosulphate;-

*10ml Potassiam dichromate(K2Cr2O7) 0.025N +30 ml D.W+2ml ConcH2SO4+5ml Potassium iodide (KI) 5%→Titrarte with Sodium thiosulphate (Na2S2O3.5H2O) until brown colour convert to pale yellow then add few drops of starch (Blue color formed)

*complete titration with Sodium thiosulphate (Na2S2O3.5H2O) till blue color disappear this is end point

(N*V) of Sodium thiosulphate =(N1*V1)of Potassiam dichromate

N=0.025*10 *الحجم النازل من السحاحة

من المفروض ان يكون N تساوى ٠,٠٢٥

2- STANDERDISATION OF Chlorine Solution :-

*10ml OF Chlorine Solution +30 ml D.W+2ml ConcH2SO4+5ml Potassium iodide (KI) 5%→Titrarte with Sodium thiosulphate (Na2S2O3.5H2O) until brown colour convert to pale yellow then add few drops of starch (Blue color formed)

*complete titration with Sodium thiosulphate (Na2S2O3.5H2O) till blue color disappear this is end point

(N*V) of Sodium thiosulphate =(N1*V1)of Chlorine Solution

يتم تعيين عيارية محلول الكلور من هذه الخطوة ثم نعين قوة هذا المحلول من القانون التالى

Strength=Normality*Eq.Wt

Strength= Normality*35.5

من المفروض ان تكون قيمة الStrength قريبة من القيمة(0.9 : 1.1)

فرضا كانت الStrength اكبر او اقل من هذه القيمة المحددة(0.9 : 1.1) فاننا نفترض ان Strength للكلور تساوى ١جم/لتر ونعوض فى القانون التالى

(N*V) BEFORE DILUTION =(N1*V1)AFTER DILUTION

N=قيمتها من خطوة الSTANDERDISATION OF Chlorine Solution -

V=الحجم المطلوب تعيينه من المعادلة

N1=(35.5/ Strength)وبفرض انStrength تساوى ١جم/لتر وبالتالى N1=(٣٥,٥/١)

V1=الحجم الكلى للتخفيف وليكن ١٠٠مل

بعد تعيين الحجم المراد اخذه ثم نخففه الى ١٠٠مل ثم نعمل خطوة

STANDERDISATION OF Chlorine Solution

ونعين عياريته وقوته

فرضا الStrength نتجت ٠,٩جم/لتر هذا يعنى ان

١ مل من هذا المحلول يحتوى على ٠,٩مجم كلور

وذلك يعنى ان اضافة ١ مل من هذا المحلول الى لتر ماء عكرة يعطى جرعة ٠,٩مجم/لتر

ثم نحدد الجرعات المطلوب عملها وليكن ٠,٥مجم/ل فيتم تعيينها كالتالى

1ml→0.9mg

(x)ml→1mg

x=(1*1)/0.9

x=1.1ml

لذلك ناخذ1.1 مل من محلول الكلور ذات Strength=٠,٩مجم/ل ونضعه على لتر ماء عكرة

أو يمكن اخذ ٠,٥٥مل من محلول الكلور ذات Strength=٠,٩مجم/ل ونضعه على نصف لتر ماء عكرة

وبنفس الطريقة يتم عمل باقى الجرعات المطلوبة

خطوات التجربة :- Procedure :-

1-take 10 beaker ; each one containe 500 ml water sample

2-add to each beaker the required volume of the required dose

3-cover the beakers and keep them in dark place for 30 min
4-beaker which contain (water samble+dose of chlorine solution)+ 2ml ConcH2SO4+5ml Potassium iodide (KI) 5%→Titrarte with Sodium thiosulphate (Na2S2O3.5H2O) until brown colour convert to pale yellow then add few drops of starch (Blue color formed)
*complete titration with Sodium thiosulphate (Na2S2O3.5H2O) till blue color disappear this is end point

(N*V) of Sodium thiosulphate =(N1*V1)of residual Chlorine

0.025*v(burette)=N*500
N of R.Cl2= g eqv./l

ثم نعوض فى القانون التالى :-

Residual Chlorine=

V OF(Na2S2O3.5H2O) * Strength of chlorine solution*(1000/500)

التلوث

التلوث تبعا لأنواع الملوثات

١- التلوث الفيزيائي ويتمثل في التغيير في درجة حرارة المسطحات المائية
٢- التلوث الكيميائي وينشا عن التخلص من النفايات السائلة من المصانع أو المبيدات
٣- التلوث البيولوجى يعزي إلي صرف نفايات محملة بأنواع الكائنات الدقيقة

انواع الملوثات الكيميائية :-

١- الملوثات العضوية غير السامة قد تحتوي مياه الصرف علي تركيزات متباينة من المركبات العضوية غير السامة مثل بقايا المواد السكرية والنشوية والبروتينات والاحماض العضوية وهذه المواد قابلة للتحلل
٢- الملوثات العضوية السامة ومصدرها الرئيسي مشتقات البترول والمبيدات العضوية وهذه المواد ذات تاثير سام علي الاحياء المائية وخاصة الاسماك وتتميز بثبات تركيزها الكيميائي
٣- الملوثات غير العضوية غير السامة كالطمي وغيرها من كالشوائب التي تؤدي إلي زيادة العكارة في المياة
٤- الملوثات غير العضوية السامة ومن امثلتها املاح المعادن الثقيلة مثل الزئبق والرصاص والكروم والنيكل والكادميوم وتتواجد هذه المركبات في نفايات الصناعات السائلة مثل صناعة الطلاء الكهربي ودباغة الجلود وصناعة النسيج والصباغة

تاثير التلوث علي نوعية المياه والأحياء

١- منطقة التلوث وتتميز بزيادة العكارة ونقص الأكسيجين الذائب وزيادة إعداد البكتريا واختفاء بعض الأسماك
٢- منطقة التحلل النشط وهي تلي المنطقة السابقة في المجري المائي وتتميز بانعدام الأكسيجين الذائب وتحلل البكتريا واختفاء صور الحياة بتلك المنطقة وتتوقف نسبة انتشار التلوث علي درجة التخفيف ودرجة حرارة المياة
٣- منطقة استعادة الحيوية تحلل المواد العضوية وترسيب المواد العالقة يؤدي في هذه المنطقة إلي زيادة الأكسيجين الذائب وكذا زيادة الشفافية وتبدأ الأحياء الدقيقة والطحالب في الظهور وتقل إعداد البكتريا وتبدأ الأسماك في الظهور
٤- منطقة المياة النقية في هذه المنطقة تختفي كثير من الملوثات ويتزايد تركيز الأكسيجين الذائب وتتعدد صور الحياة النباتية والحيوانية وتقل البكتريا وقد تتزايد الأملاح نتيجة لزيادة تركيز أملاح النترات والفوسفات

شواهد التلوث

شواهد التلوث الفيزيائي:-

١- تتمثل في ارتفاع درجة حرارة المسطحات المائية أو زيادة العكارة

شواهد التلوث الكيميائي :-

١- زيادة الأملاح الذائبة ودرجة التوصيل الكهربي الزيادة المفاجئة للأملاح والتوصيل الكهربي من اهم شواهد التلوث
٢- أي تغير في ph عن القيمة السائدة يدل علي التلوث بمركبات حامضية أو قلوية ناجمة عن حرق الكيماويات
٣- نقص الأكسيجين الذائب في المياه النقص في كمية الأكسيجين الذائب يكون ناتج عن تحلل المواد العضوية بفعل البكتريا لذلك حيث أن الأكسيجين الذائب يتأثر بعدة عوامل وهي درجة الحرارة للمياه والضغط الجوي وكمية الأكسيجين التي تنطلق من النباتات والطحالب وكذلك أكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل بفعل البكتريا الهوائية
٤- تركيز المركبات النيتروجينية زيادة تركيز هذه الأملاح مثل املاح النترات والنيتريت دليل علي التلوث
٥- تركيز ايون الفوسفات زيادة تركيزها دليل علي التلوث حيث أن أملاح الفوسفات تتغذي عليها النباتات المائية والطحالب لذا زيادتها تزيد من معدلات نمو الطحالب وتكاثرها

شواهد التلوث البيولوجية :-

للاستدلال عليه يجري الكشف عن المجموعة القولونية وكذا يتزايد عدد البكتريا والطحالب في المياة السطحية

التجارب المعملية

القلوية

توجد قلوية المياة نتيجة لوجود أملاح الكربونات والبيكربونات والهيدروكسيد وهي تساعد في عملية التجميع للشبة وذلك لان الشبة حامضية والقلوية هامة لتحرير أيون الهيدروكسيد اللزم لعملية coagulation التي تتم علي أيون الهيدروكسيد ولكن وجود القلوية يجب ألا يزيد عن مدي معين حيث أن وجود الايدروكسيد في المياه ضار بأغشية الحلق وقد يسبب التهاب عند الشرب وكذلك عند وجود الكربونات بكميات ظاهرة أما البيكربونات فلا ضرر منها وهي من المكونات الطبيعية للمياه ونجد أن المياة الغازية تحتوي علي صودا ومع ذلك فهي محببة وفي معظم القياسات نجد أن وجود البورات والفوسفات والسيليكات وبعض القواعد الاخري ولكن بنسبة قليلة جدا٠

قياس القلوية بالنسبة لمعلجة المياه تتم بصفة يومية وذلك لان القلوية تعتبر من اكثر البراهين علي اضافة الشبة حيث أن ١جم شبة يقلل القلوية 0.45 وبذلك يمكننا تقييم إضافة الشبة للمياة العكره٠

زيادة القلوية تساعد في عملية التنديف بصوره جيده وذلك لزيادة ايون الهيدروكسيد ٠

يتم تقدير نسبة القلوية باستخدام محلول عياري من حمض الكبريتيك (0.2)عياري ويستخدم أي من الكواشف MO - Ph.Ph ولكن Ph.Ph يستخدم عندما تكون ph اكبر من ٨,٣

Reactions of different kind:-

1- Bicarbonate

$$2NaHCO_3 + 2H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2Co_3$$

2-Carbonate

$$2Na2CO3 + H2SO4 \rightarrow 2NaHCO3 + Na2SO4$$

3-Hydroxide

$$2NaOH + H2SO4 \rightarrow Na2SO4 + H2O$$

في حالة استخدام MO يعطي اللون الاصفر ثم يتغير الي البرتقالي عند PH= 3.9

في حالة استخدام Ph.Ph يعطي عديم اللون ثم يتحول الي الوردي عند PH=8.3

القلوية في حالة MO تشير الي القلوية الكلية (HCO3 + CO3 + OH)(V1)

القلوية في حالة PhPh تشير الي (OH +1/2CO3)(V2)

ولذلك عندنا عدة حالات

V2 = Zero = HCO3

V1 = V2 = OH

2V2 = V1 = CO3

V1 < 2V2 = CO3 + OH

ويكون حجم (2V2 –V1) = OH

ويكون حجم 2(V1-V2) = CO3

V1>2V2 = CO3 + HCO3

يكون حجم 2V2 = CO3

ويكون حجم (V1 – 2V2) = HCO3

وبهذا يمكننا معرفة نوع القلوية كل علي حدة

التجربة

٥٠ مللي من العينة + ٣ نقط MO ← لون أصفر
المعايرة مع 0.02N H_2SO_4 ← يتحول الاصفر الي البرتقالي
نضرب حجم H_2SO_4 في ٢٠ = ملجم / لتر أو P.P.M
الضرب في ٢٠ من القانون التالي :-
القلوية = (حجم H_2SO_4) × الوزن المكافئ لكربونات الكالسيوم×عيارية H_2SO_4×(٥٠/١٠٠٠)
القلوية=(حجم H_2SO_4)×(٢/١٠٠)×٠,٠٢×٢٠
القلوية=(حجم H_2SO_4)×٢٠

التحضيرات

١- 0 .02 H2SO4 :-

نأخذ ٠,٥٤ مل من Conc H2SO4 تركيز ٩٨% + ١٠٠٠ مل ماء مقطر يعطي 0.02N

كيفية حساب عيارية 0.02N H_2SO_4 :-

المعطيات :-

تركيز حمض الكبريتيك المركز = ٩٥ % الكثافة النوعية = ١,٨٤
الوزن المكافئ لحمض الكبريتيك = ٢/٩٨ = ٤٩

الحسابات :-

٩٨ ← ١٠٠ التركيز
٤٩ ← X الوزن المطلوب
X = (٤٩×١٠٠)/٩٨ = ٥٠ جم

ولكن حمض الكبرتيك محلول لذلك يتم تعيين الحجم المطلوب من قانون الكثافة
الكثافة = الكتلة / الحجم

١,٨٤ = ٥٠ / X
X = ٥٠/ ١,٨٤ = ٢٧,١٧ مل في اللتر لتحضير 1N H_2SO_4
لذلك ناخذ ٢,٧ مل لكي نحضر ٠,١ عياري من حمض الكبريتيك
لتحضير ٠,٠٢ N ناخذ ٠,٥٤ مل من الحمض المركز ونكمل للتر
كيفية معايرة حمض الكبريتيك المركز:-
يمكن ان نعاير حمض الكبريتيك مع كربونات الصوديوم ٠,٠٢ عياري وتحضر كالتالي
ناخذ ١,٠٥ جم من كربونات الصوديوم بعد وضع كمية من الكربونات في الفرن لمدة ساعتين عند ١٠٣ درجة مئوية ثم ناخذ الوزن السابق في لتر ماء مقطر

2 - M.O

يذاب ٠,٥ جم من M.O مسحوق في لتر ماء مقط

عسر المياه

تحتوي المياة علي أملاح االكالسيوم والماغنسيوم في صورة البيكربونات أو الكلوريدات أو الكبريتات وتبعا لتركيز هذه الاملاح تقسم المياه الي :-

١- مياه يسرة :- وتحتوي علي املاح الكالسيوم والماغنسيوم بتركيز اقل من ٧٥ مجم/لتر
٢- مياه متوسطة العسر :- تركيز املاح العسر بين ٧٥ - ١٠٠ مجم / لتر
٣- مياه عسرة :- تركيز املاح العسر بين ١٥٠ – ٣٠٠ مجم / لتر
٤- مياه شديدة العسر :- تركيز املاح العسر اكبر من ٣٠٠ مجم / لتر

تاثير العسر علي استخدامات المياه :-

١- يؤثر العسر علي الاستخدامات المنزلية نتيجة لزيادة استهلاك الصابون حيث تتكون املاح الكالسيوم والماغنسيوم مع الاحماض الدهنية المكونة للصابون
٢- تؤثر املاح العسر علي عمليات الصباغة نتيجة اتحاد املاح الكالسيوم والماغنسيوم مع الصباغات وتتغير الوانها
٣- تتحلل املاح بيكربونات الكالسيوم والماغنسيوم في الغلايات عند انتاج البخار حيث تترسب املاح كربونات الكالسيوم وايدروكسيد الماغنسيوم ويلتصق بعضها بجدار الغلايات وتقلل من كفاءة التبادل الحراري واختلاف التوزيع الحراري بجسم جدار الغلايات مما يؤدي الي انفجارها

طرق ازالة العسر:-

باستخدام الصودا (Soda – lime process ($Ca(OH)_3$

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O$$

$$MgSO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CaSO_4$$

استعمال المبادلات الايونية :-

المبادلات الايونية الكاتيونية لها القدرة علي الاحتفاظ بالكالسيوم والماغنسيوم عند مرور المياه بها بينما ينطلق في المياه كمية مكافئة من املاح الصوديوم

$$Na_2R + Ca\&Mg\{HCO_3\text{-}SO_4\text{–}CL\} \rightarrow R\{Ca\text{–}Mg\} + Na\{HCO_3\text{–}SO_4\text{-}CL\}$$

المياة الخارجة مبادل مشبع باملاح المياة الداخلة مبادل الصوديوم العسر

وعند تشبع المبادلات باملاح العسر يعاد تنشيطه بامرار محلول ١٠% من كلوريد الصوديوم حيث تزال املاح الكالسيوم والماغنسيوم ويعود المبادل الي صورته الاصلية التي تحتوي علي الصوديوم ويتكرر استخدام المبادلات بعد تنشيطها

$$(Ca\ Mg)R + NaCL \rightarrow Na_2R + (Ca\ Mg)CL$$

انواع عسر المياه:-

١- العسر الكربوني (الغير دائم او المؤقت)carbonate hardness
ويرجع الي ذوبان املاح البيكربونات او الكربونات $Ca(HCO_3)(CaCO_3)(Mg(OH)_3)$ وكربونات الكالسيوم شحيحة الذوبان إلا عند درجات الحرارة العادية

٢ – العسر غير الكربوني :- Non – carbonate hardness (الدائم)
ينشا عن ذوبان املاح الكلوريدات والكبريتات للكالسيوم والماغنسيوم وهذه الاملاح لا تتاثر بارتفاع درجة الحرارة ولو للغليان

ملحوظة :-

- العسر الكلي في المياة العكرة = العسر الكلي في المياة المعالجة
- الحد القصي المسموح به ٥٠٠ مجم/لتر

العلاقة بين العسر الكلي والقلوية في المياه :-

الاملاح المسببة للعسر والقلوية : -

Cations	Anions
Ca++	OH -
Mg++	CO3 - -
Na+	HCO3 -
K+	Cl -
Al+++	SO4 - -

أولا :-

ترجع القلوية إلي وجود Anions وعلي رأسها(OH - & CO3 - - & HCO3 -)

ثانيا :-

يرجع العسر الي وجود Cations وعلي رأسها (Ca++ & Mg++)

الحالات الناتجة :-

في حالة زيادة العسر الكلي عن القلوية

يعني ذلك وجود كاتيونات الكالسيوم والماغنسيوم متحدة مع انيونات أخري غير مسببة للقلوية مثل الكبريتات والكلوريدات وهذا أدي الي زيادة العسر ويكون عبارة عن عسر دائم

قيمة العسر الدائم = العسر الكلي - القلوية

قيمةالعسر المؤقت = القلوية

٢ - في حالة زيادة القلوية عن العسر الكلي :-

يعني ذلك وجود انيونات OH - & CO3 - - & HCO3 – متحدة مع كاتيونات Na+ & K+ وهذا أدي الي زيادة القلوية عن العسر وتكون القلوية هي العسر المؤقت ولا يوجد عسر دائم

التجربة

طريقة تعيين العسرالكلي

- ٥٠ مللي ماء عكره + ٢ مللي من لbuffer soln (محلول الامونيا المقاومة للتغييرPH)
- يضاف كمية قليلة من Eriochromblack يعطي اللون الوردي
- نعاير مع E.D.T.A يتحول اللون من الوردي الي الازرق
- حجم E.D.T.A × ٢٠ = العسر الكلي ملجم / لتر

طريقة تعيين أيون الكالسيوم

- ٥٠ مللي عكرة + ٢ مللي 2N/NaOH + دليل الميروكسيد يعطي اللون الوردي
يتم اضافة صوديوم هيدروكسيد لكي يتفاعل مع أيون الماغنسيوم وبالتالي يتم تحديد أيون الكالسيوم فقط
- نعاير مع E.D.T.A يتحول من الوردي الي البنفسجي

أيون الكالسيوم = حجم E.D.T.A × الوزن الذري للكالسيوم × عيارية E.D.T.A ×(١٠٠٠ /٥٠)

= حجم E.D.T.A × ٤٠ ×٠,٠١ ×٢٠

= حجم E.D.T.A × ٨

ايون الماغنسيوم = حجم E.D.T.A (العسر الكلي – الكالسيوم)× الوزن الذري للماغنسيوم × عيارية E.D.T.A ×(١٠٠٠ /٥٠)

= حجم E.D.T.A (العسر الكلي – الكالسيوم) ×٢٤ ×٠,٠١ ×٢٠

= حجم E.D.T.A (العسر الكلي – الكالسيوم) × ٤,٨

التحضيرات

١- E.D.T.A :-

٣,٧٢٣ جم من E.D.T.A في لتر ماء مقطرونضيف ملح ماغنسيوم (كبريتات ماغنسيوم) حتي يحفظ E.D.T.A ويمنع تكوين الراسب ويساعد علي ظهور اللون (٣,٧٢٣ جم)

٢- Buffer soln :-

خليط من ٣٣,٧٥ جم من كلوريد الالومنيوم النقي + ٢٨٧,٥ مللي من هيدروكسيد الالومنيوم كثافته النوعية ٠,٨٨ويخفف الخليط بالماء المقطر حتي ٢/١ لتر ويحفظ في الثلاجة

٣- 2N NaOH :-

٤٠ جم في ٥٠٠ مل ماء مقطر

1N NaOH = Eq.WT/1= 23+16+1/1=40g/L

2N NaOH= 40 * 2 = 80g/L = 40g/500ml

الكلوريدات

-توجد املاح الكلوريدات في المياه الخام ولكن بنسبة قليلة واضافة الكلور للمياه الخام تزيد من نسب املاح الكلوريدات في المياه المرشحة ولكن بنسب قليلة
يرجع زيادة الكلوريدات فى المياه المعالجة عنها فى العكرة بسبب خروج حمض الهيدروكلوريك حسب المعادلة التالية:-

$$CL_2 + H_2O \rightleftharpoons HOCL + HCL$$

-اقصي حد مسموح به من الكلوريدات ٦٠٠ مجم / لتر
-الكلوريدات تعمل علي نغير طعم المياه وذات تاثير علي الشبكة

تقدير املاح الكلوريدات في المياه

٥٠ مل من العينة + ١٠ نقط من محلول كرومات البوناسيوم ←يعطي لون اصفر
نعاير مع محلول نترات الفضة حتي يتحول اللون الي بني قاتح او لحمي

نضرب حجم نترات الفضة في ١٠ فيعطي قيمة املاح الكلوريدات
نعوض في ١٠ من القانون
تركيز الكلوريدات (مجم / لتر)=حجم نترات الفضة × عيارية نترات الفضة × الوزن الذري للكلور × (١٠٠٠/ ٥٠)
تركيز الكلوريدات (مجم / لتر)= حجم نترات الفضة × ٠,٠١٤ × ٣٥,٥ × ٢٠
تركيز الكلوريدات (مجم / لتر)= حجم نترات الفضة × ١٠

التحضيرات

نترات الفضة 0.014N :-
يذاب ٢,٣٩٦ جم من نترات الفضة في لتر ماء
كرومات البوتاسيوم :-
اذب حوالي ٥٠ جم من KCrO4 في كمية قليلة من الماء المقطر ثم اضف قليل من محلول AgNO3 ليعطي راسب احمر خفيف ويترك المحلول لمدة ٢٤ ساعة ثم نرشح ونكمل الرشيح الي اللتر

الاس الهيدروجيني (PH)

تتخذ قياسا لكل من القلوية والحامضية في المياه كمركبات وليس كاملاح بمعني اصح التركيز علي الجزء الايوني الفعال
تتاثر قيمة(PH) باضافة الشبة حيث ان كل ١ جم شبة يقلل قيمة (PH) ٠,٠٢ في المياه المعالجة عن المياة العكره لان اضافة الكلور للمياه تعطي حمضين ولذلك تقل (PH)

نسبة الاملاح الذائبة(T.D.S)

وهي تقدر علي هيئة وزن مجموع الاملاح الذائبة في حجم محدود من عينة المياه ووحدتها ملجم/لتر او PPM
يتم معايرة جهاز التوصيل الكهربي باستخدام البوتاسيوم كلوريد ٠,١ عياري (نذيب ٧٤٥ مجم من الملح في لتر ماء مقطر)

تحليل ماء الغسيل

١٠ جم من كرمات الصوديوم أو البوتاسيوم في ١٥ مللي ماء مقطر ونضيف ١٠٠ مللي حمض الكبريتيك المركز ببطء مع التبريد (بوضع الكأس في مياه مثلجة أثناء التحضير) ثم نكمل للتر ماء مقطر

الأكسيجين الذائب

أولا أخذ يجب أن يكون بحرص شديد بحيث لا تتعرض العينة للهواء أو التقليب حتي لا يتغير المحتوي الاكسيجيني للعينة لذلك في حالة أخذ العينات من البحيرات أو الخزانات أو عينات المياه السطحية تفتح الزجاجة (BOD) أسفل سطح الماء وتملئ وتقفل تحت سطح الماء مع عدم وجود فقاعات هواء
أما في حالة الأخذ من صنبور تحت ضغط تلصق أنبوبة زجاجية أو مطاطية عند نهاية الصنبور وتمتد عند نهاية الإناء وندع الإناء يمتلئ مرتين أو ثلاثة من حجمه ونغلق بحيث لا نسمح بدخول فقاعات هواء
الأكسيجين الذائب يلزم تعيينه في الموقع ويمكن حفظ العينات مدة لا تزيد عن ٨ ساعات وذلك في حالة إضافة ٢ مل كبريتات المنجنيز و٢ مل من أيوديد أزيد قلوي و٢ مل من حمض الكبريتيك المركز ونرج جيدا ونبعد عن ضوء الشمس الشديد ثم نضع العينات في الثلاجة ونعاير بأسرع ما يمكن

التفاعلات الخاصة بالتجربة :-

$$MnSO_4 + 2KOH \rightarrow Mn(OH)_2 + K_2SO_4$$
$$4Mn(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4\ Mn(OH)_3$$
$$2Mn(OH)_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Mn_2(SO_4)_3 + 6H_2O$$
$$Mn_2(SO_4)_3 + 2KI \rightarrow 2MnSO_4 + I_2 + 2KOH$$
$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

المحاليل اللازمة للتجربة :-

١ - محلول كبريتات المنجنيز :-

٤٨٠ جم من كبريتات المنجنيز أو ٤٠٠ جم من كبريتات المنجنيز المائية ($MnSo_4.2H_2O$) أو ٣٦٤ جم من كبريتات المنجنيز ($MnSo_4.\ H_2O$) في ماء مقطر ثم نرشح زنخفف المحلول الي لتر ماء مقطر

٢ – محلول الايوداید أو الازايد القلوي :-

نذوب ٥٠٠ جم من هيدروكسيد الصوديوم أو ٧٠٠ جم من هيدروكسيد البوتاسيوم نضيف اليها ١٧٥ جم من يوديد الالصوديوم أو ١٥٠ جم من يوديد البوتاسيوم في مياه مقطرة ثم نخفف المحلول إلي لتر ماء مقطر ونضيف إلي هذا المحلول ١٠ جم من صوديوم أزايد المذابة في ٤٠ مل ماء مقطر

٣ – حمض الكبريتيك المركز

٤ – محلول النشا :-

نزن ١ جم في كمية ماء مقطر علي البارد ونضيف هذه الكمية الي ٧٠ ما ماء مقطر علي وشك الغليان مع التقليب

٥ – محلول ثيوسلفات الصوديوم ٠,٠٢٥ عياري :-

نزن ٦,٢ جم في لتر ماء مقطر ويحفظ المحلول باضافة ٥ مل من الكلوروفورم

كل ١ مل من هذا المحلول يكافئ ٢٠٠ ميكروجرام من الاكسيجين الذائب أي ٠,٢ مجم من الاكسيجين ويعاير هذا المحلول بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم ٠,٠٢٥ عياري (١,٢٢٦ جم في لتر ماء مقطر)

معايرة الثيوسلفات :-

٢ جم من ايوديد البوتاسيوم في ١٠٠ مل ماء مقطر ثم نضيف ١٠ من حمض الكبريتيك المركز ثم نضيف ٢٠ مل من محلول ثاني كرومات البوتاسيةم ثم نضع الدورق في مكان مظلم لمدة ٥ دقائق ثم نخفف الي ٤٠٠ مل ماء مقطر ونعاير مع محلول الثيوسلفات في وجود النشا

التجربة :-

- تجمع العينة في دورق سعته من ٥٠ الي ٣٠٠ مل مغلق باحكام نضيف ٢ مل من محلول كبريتات المنجنيز ثم ٢ مل من محلول الايوديد – الازايد القلوي ثم نغطي الدورق بسرعة ثم نخلط بقلب الدورق لعدة مرات (١٥ مرة)
- ننتظر حتي يتكون الراسب وبعد دقيقتين نرفع الغطاء ونضيف بسرعة ٢ مل حمض الكبريتيك المركز ويغطي الدورق مرة أخري ونخلط جيدا حتي ذوبان الراسب ويتوزع اليود المنطلق من التفاعل متساوي في كل العينة
- نأخذ ٢٠٠ مل من العينة ونعايرها مع الثيوسلفات حتي الحصول علي لون أصفر باهت ثم نضيف ٢ مل من محلول النشا ونكمل المعايرة حتي اختفاء اللون الازرق
- يجب أن ناخذ حجم الكيماويات المضافه في الحسابات علي اعتبار أن حجم الكيماويات ٦ مل يكون حجم العينة اللزم معايرتها علي اعتبار أننا أخذنا ٣٠٠ مل في الاصل

٢٠٠ × ٣٠٠ / ٣٠٠ – ٦ = ٢٠٤ مل من المحلول للمعايرة

طريقة الحساب :-

كل ١ مل من محلول الثيوسلفات ٠,٠٢٥ عياري يكافئ ٢ مجم من الاكسيجين الذائب بالتالي يكون كل ١ مل من الثيوسلفات المستخدم في معايرة ٢٠٠ مل من العينة يكافئ ١ مجم / لتر من الكسيجين الذائب